

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pencemaran ekosistem perairan menjadi masalah serius di lingkungan dalam beberapa dekade terakhir khususnya kontaminasi pewarna, yang menyumbang 20% dari polutan (You dkk., 2022). Bahan pencemar pewarna menimbulkan berbagai permasalahan karena memiliki komposisi yang kompleks dan sulit terbiodegradasi, serta jumlah yang dilepaskan ke lingkungan cukup banyak. Hal ini akan berdampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Sirajudheen dkk., 2021).

Salah satu zat pewarna ialah *malachite green* (MG), yang digunakan sebagai bahan pewarnaan untuk produk kulit, kapas, dan sutra. MG bersifat sitotoksik bagi manusia dan menunjukkan sifat karsinogenik dan mutagenik, serta di lingkungan dapat menghambat fotosintesis di perairan (Ali dkk., 2019). Pada kesehatan manusia MG dapat mengakibatkan iritasi mata, keracunan sistem pernafasan, efek buruk di sistem saraf, detak jantung, hati, dan otak bila dikonsumsi (Sadiq dkk., 2021). Selain itu, mengakibatkan sakit kepala, infertilitas, dan rambut rontok (Das dkk., 2020). Menurut standar *the World Health Organization* (WHO), konsentrasi batas baku mutu dari MG di perairan berkisar 0,5–100 µg/L (Ahmad dkk., 2021).

Penghilangan zat warna di perairan perlu dilakukan dengan beberapa metode seperti presipitasi kimia (Eltaweil dkk., 2021), ultrafiltrasi, elektrokimia, koagulasi-flokulasi, pemisahan membran (Tavangar dkk., 2020),

elektrolisis, adsorpsi (Zhuang dkk., 2021), degradasi fotokatalisis (Ali dkk., 2020), adsorpsi-fotokatalisis (Foroutan dkk., 2019), dan lain-lain. Adsorpsi-fotokatalisis yang merupakan kombinasi antara adsorpsi dan fotokatalisis lebih menarik untuk dikembangkan karena mempunyai biaya rendah, tidak ada produk samping yang bersifat karsinogenik, dan bahkan memiliki efisiensi penghilangan yang tinggi dari larutan berair (Foroutan dkk., 2019). Pada proses adsorpsi zat warna hanya dijerap oleh adsorben, sedangkan proses fotokatalisis zat warna akan didegradasi sehingga menghasilkan molekul organik yang lebih ramah lingkungan yaitu H₂O dan CO₂ (Heltina dkk., 2020).

Bahan alami yang kerap digunakan sebagai adsorben adalah kitosan. Kitosan merupakan polimer alami bersifat *biodegradable*, tidak beracun, tidak berbau, biokompatibel, dan mudah terurai (Lusiana dkk., 2020). Kitosan sebagai bahan adsorben mempunyai beberapa kelemahan seperti kekuatan mekanik yang kurang dan kurang stabil dalam suasana asam (Bhatt dkk., 2023). Kekuatan mekanik dan stabilitas kitosan dapat diperbaiki dengan menautsilangkan menggunakan agen penaut silang, seperti asam sitrat, asam suksinat, dan tripolifosfat (TPP) (Ismillayli dkk., 2020).

Tripolifosfat memiliki gugus -O reaktif yang bermuatan parsial negatif, sehingga akan berinteraksi cukup kuat dengan kitosan melalui interaksi elektrostatik (Masykur dkk., 2023). Hal ini menyebabkan kitosan dapat membentuk ikatan silang dan mempertahankan struktur manik sehingga lebih stabil (Nitsae, 2015). Menurut Lusiana dan Pranotoningtyas (2018), taut silang

kitosan dengan TPP selain meningkatkan kekuatan mekanik dan stabilitas dalam suasana asam juga akan menambahkan sisi aktif manik kitosan.

Kitosan yang tertaut silang TPP hanya berperan sebagai adsorben saja sehingga perlu ditambah agen fotokatalisator agar dapat berfungsi dalam adsorpsi-fotokatalisis. Kitosan termodifikasi yang ditaut silang TPP akan dipadukan dengan seng sulfida (ZnS) yang didoping Cu untuk proses fotokatalisisnya.

Agen katalisator seng sulfida (ZnS) memiliki celah pita (*band gap*) lebar sebesar 3,7 eV (Almohammed dkk., 2021). Menurut Hickman dkk. (2018), ZnS menunjukkan kemampuan degradasi fotokatalisis terhadap polutan organik dalam pengolahan air limbah, namun pengaplikasian ZnS pada proses fotokatalisis memiliki keterbatasan yaitu energi celah pita yang terlalu tinggi sehingga membatasi pengaplikasian proses fotokatalisis hanya di daerah UV saja (Samanta dkk., 2020). Untuk menurunkan celah pita tersebut ZnS akan dipadukan pula dengan doping menggunakan logam transisi (Stella dkk., 2023).

Tembaga (Cu) adalah unsur logam transisi dan ion Cu memiliki jari-jari ion yang serupa ($0,74\text{\AA}$) dengan jari-jari ion Zn ($0,72\text{\AA}$) (Ghorbali dkk., 2023). Menurut Li (2021), terjadi distorsi energi pembentuk kisi dari doping Cu dan ZnS relatif rendah sehingga menghasilkan stabilitas yang baik. Doping dilakukan untuk meningkatkan aktivitas, selektivitas, dan stabilitas fotokatalis sekaligus mengurangi celah pitanya (Kusmierek, 2020). ZnS yang didoping Cu akan menunjukkan kinerja fotokatalisis lebih baik daripada ZnS murni (Li, 2021).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan manik kitosan tertaut silang TPP dengan pengisian matriks menggunakan seng sulfida (ZnS) yang didoping tembaga (Cu). Hasil sintesis yang diperoleh diaplikasikan untuk penghilangan pewarna organik MG melalui mekanisme adsorpsi-fotokatalisis.

I.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Pembuatan manik kitosan dengan taut silang TPP dan paduan menggunakan ZnS didoping oleh Cu
2. Mengkarakterisasi fisikokimia manik melalui uji FTIR, SEM-EDX, dan uji *swelling*
3. Menentukan efektivitas manik yang telah dimodifikasi untuk proses adsorpsi-fotokatalisis pada pewarna MG